

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таныгин Максим Олегович

Должность: и.о. декана факультета фундаментальной и прикладной информатики

Дата подписания: 01.09.2024 18:54:43

Уникальный программный ключ:

65ab2aa0d384e63486e69c392ab475e71d

## Аннотация к рабочей программе дисциплины

### «Электромагнитные поля и волны»

#### Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является углубление фундаментальных знаний о законах, описывающих электромагнитное поле, как вид материи, освоение математического аппарата и методов электродинамического описания явлений и процессов в радиоэлектронных устройствах различного назначения, изучение распространения электромагнитных волн в свободном пространстве и направляющих системах.

#### Задачи изучения дисциплины

- приобретение широких, целостных и глубоких знаний об электрическом и магнитном полях в вакууме и средах, электромагнитных колебаниях и волнах высоких частот, волноведущих и резонансных структурах, основных свойствах проводников и диэлектриков в полях высокой частоты;
- формирование понимая физических факторов, связанных с постоянными, квазистатическими электрическими и магнитными полями, электромагнитными колебаниями и волнами в электрофизических системах;
- получение навыков выполнения качественных оценок и расчетов параметров электромагнитных полей и электромагнитных волн;
- формирование умений и приобретение опыта использования математического аппарата в решении физических задач по расчету статических и переменных электромагнитных полей в средах и структурах;
- стимулирование самостоятельной деятельности по освоению содержания дисциплины и формированию необходимых знаний, умений, владений.

#### Индикаторы компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины

УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1 Анализирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений)
	УК-8.2 Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.2 Применяет фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности
	ОПК-1.3 Осуществляет аргументированный выбор методов естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.4 Строит вероятностные модели конкретных процессов для проведения необходимых расчетов в рамках построенной модели

**Разделы дисциплины**

1. Основные уравнения электромагнитного поля.
2. Граничные условия электродинамики.
3. Уравнения электродинамики для монохроматического поля.
4. Плоские электромагнитные волны.
5. Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух сред.
6. Общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета  
фундаментальной и прикладной ин-  
форматики.

*(наименование ф-та полностью)*

 Т.А. Ширабакина  
*(подпись, инициалы, фамилия)*

«30» 08 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитные поля и волны

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
*шифр и наименование направления подготовки (специальности)*

направленность (профиль) «Системы мобильной связи»  
*наименование направленности (профиля)*

форма обучения заочная  
*(очная, очно-заочная, заочная)*

Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 от «29» 03.2019 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи» на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи № 1 «30» 08 2019 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Андронов В.Г.  
 Разработчик программы \_\_\_\_\_  
 д.т.н., с.н.с. \_\_\_\_\_ Довбня В.Г.  
 (ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)  
 Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «29» 03 2019 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи, 27.08.2020 №18.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.Г. Андронов

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 02 2020 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи, 27.08.2021г. №1.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.Г. Андронов

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «25» 06 2021 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи, 31.08.2022 №1.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.Г. Андронов



Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «28» 02 2022 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи, 31.08.2023 №1  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

  
Андронов В.Р.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «24» 08 2023 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи, 30.08.2024 №1  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

  
Андронов В.Р.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета протокол №     «   »     20     г., на заседании кафедры \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета протокол №     «   »     20     г., на заседании кафедры \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Системы мобильной связи», одобренного Ученым советом университета протокол №     «   »     20     г., на заседании кафедры \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

# **1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

## **1.1 Цель дисциплины**

Целью изучения дисциплины является углубление фундаментальных знаний о законах, описывающих электромагнитное поле, как вид материи, освоение математического аппарата и методов электродинамического описания явлений и процессов в радиоэлектронных устройствах различного назначения, изучение распространения электромагнитных волн в свободном пространстве и направляющих системах.

## **1.2. Задачи дисциплины:**

– приобретение широких, целостных и глубоких знаний об электрическом и магнитном полях в вакууме и средах, электромагнитных колебаниях и волнах высоких частот, волноведущих и резонансных структурах, основных свойствах проводников и диэлектриков в полях высокой частоты;

– формирование понимания физических факторов, связанных с постоянными, квазистатическими электрическими и магнитными полями, электромагнитными колебаниями и волнами в электрофизических системах;

– получение навыков выполнения качественных оценок и расчетов параметров электромагнитных полей и электромагнитных волн.

– формирование умений и приобретение опыта использования математического аппарата в решении физических задач по расчету статических и переменных электромагнитных полей в средах и структурах;

– стимулирование самостоятельной деятельности по освоению содержания дисциплины и формированию необходимых знаний, умений, владений.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных	УК-8.1 Анализирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений);</li> <li>– основные экспериментальные факты, доказывающие существование электромагнитного поля как одной из форм материи;</li> <li>– векторный состав электромагнитного поля;</li> <li>– источники электромагнитного поля.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять физические законы для решения практических задач;</li> <li>– использовать соответствующий математический аппарат и технические средства при расчетах переходных процессов простых электрических цепей;</li> <li>– самостоятельно анализировать физическую и естественно-научную литературу, использовать методы научного познания в профессиональной области.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа факторов вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений);</li> <li>– средствами измерения параметров электромагнитного поля, используемыми в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.</li> </ul>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
	ситуаций и военных конфликтов	УК-8.2 Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</li> <li>– структуру электромагнитных полей в резонаторах;</li> <li>– основные механизмы взаимодействия электромагнитных полей с электронами.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности;</li> <li>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла;</li> <li>– выбирать формы уравнений Максвелла, оптимальные для решаемой задачи;</li> <li>– рассчитывать добротность резонатора.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математическим аппаратом теории функций комплексных переменных при использовании записи уравнений электромагнитного поля в комплексной форме;</li> <li>– приемами преобразований уравнений, записанных в прямоугольной, цилиндрической и сферической системах координат.</li> </ul>
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.2 Применяет фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности;</li> <li>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</li> <li>– структуру электромагнитных полей в резонаторах;</li> <li>– основные механизмы взаимодействия электромагнитных полей с электронами.</li> <li>– уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме;</li> <li>– граничные условия на поверхности металла и диэлектрика;</li> <li>– характеристики электромагнитных полей, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности;</li> <li>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла;</li> <li>– выбирать формы уравнений Максвелла, оптимальные для решаемой задачи;</li> <li>– рассчитывать добротность резонатора;</li> </ul>



Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить расчеты основных характеристик электромагнитных полей и волн при проектировании сетей, сооружений и средств связи, в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математическим аппаратом теории линейных дифференциальных уравнений в частных производных для решения уравнений Максвелла;</li> <li>– приемами преобразований уравнений, записанных в прямоугольной, цилиндрической и сферической системах координат;</li> <li>– математическим аппаратом теории интегральных уравнений для решения уравнений Максвелла.</li> </ul>
		ОПК-1.3 Осуществляет аргументированный выбор методов естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;</li> <li>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</li> <li>– структуру электромагнитных полей в резонаторах;</li> <li>– основные механизмы взаимодействия электромагнитных полей с электронами;</li> <li>– уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме;</li> <li>– граничные условия на поверхности металла и диэлектрика.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла;</li> <li>– выбирать формы уравнений Максвелла, оптимальные для решаемой задачи.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками практической работы с современными универсальными пакетами прикладных компьютерных программ для изучения структуры электромагнитных полей.</li> </ul>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
код компетенции	наименование компетенции		
ОПК-3	Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.4 Строит вероятностные модели конкретных процессов для проведения необходимых расчетов в рамках построенной модели	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</li> <li>– структуру электромагнитных полей в резонаторах;</li> <li>– основные механизмы взаимодействия электромагнитных полей с электронами;</li> <li>– о вихревых и скалярных потенциалах; запаздывающих потенциалах, потенциалах Лиенара-Вихерта.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализировать структуру электромагнитного поля в различных линиях передачи, включая полые и диэлектрические волноводы, а также волоконные световоды;</li> <li>– проводить расчеты избирательных свойств объемных резонаторов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математическим аппаратом теории функций комплексных переменных при использовании записи уравнений электромагнитного поля в комплексной форме;</li> <li>– приемами преобразований уравнений, записанных в прямоугольной, цилиндрической и сферической системах координат;</li> <li>– навыками практической работы с современными пакетами математического моделирования в том числе и для анализа структуры электромагнитного поля.</li> </ul>

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Электромагнитные поля и волны» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Сети связи и системы коммутации». Дисциплина изучается на 2 курсе.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единицы (з.е.), 144 академических часа.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	10
в том числе:	
лекции	4
лабораторные занятия	6
практические занятия	0
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	124,88
Контроль (подготовка к экзамену)	9
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,12
в том числе:	
зачет	не предусмотрен
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	0,12

## 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Основные уравнения электромагнитного поля	Основные уравнения электромагнитного поля – уравнения Максвелла. Векторы электромагнитного поля. Макроскопические параметры материальных сред. Классификация и виды сред. Скалярные и тензорные па-

		<p>параметры сред. Материальные уравнения. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Уравнение непрерывности и закон сохранения заряда. Сторонние источники. Полная система уравнений Максвелла с учётом сторонних источников. Принцип перестановочной двойственности. Плотность электромагнитной энергии и энергия, сосредоточенная в объеме. Плотность мощности и мощность тепловых потерь и сторонних источников. Уравнение баланса для мгновенных значений мощности в дифференциальной и интегральной форме (теорема Пойнтинга). Физическая трактовка. Мощность, выходящая (входящая) из объема через замкнутую поверхность. Мощность излучения. Вектор Пойнтинга.</p>
2	Граничные условия электродинамики	<p>Поведение векторов на границе раздела двух сред. Граничные условия для нормальных и касательных составляющих векторов электромагнитного поля. Граничные условия на поверхности идеального проводника.</p>
3	Уравнения электродинамики для монохроматического поля	<p>Классификация электромагнитных явлений по их зависимости от времени. Статические, стационарные и квазистационарные поля. Гармонические колебания. Роль гармонических колебаний в теории и технике телекоммуникационных систем и радиотехнике. Метод комплексных амплитуд. Система уравнений Максвелла для монохроматического поля в комплексной форме. Комплексные диэлектрическая и магнитная проницаемости среды. Факторы, влияющие на величину мнимой части комплексной диэлектрической и магнитной проницаемости. Диэлектрические и магнитные потери. Средние за период значения энергетических характеристик гармонического электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга для комплексных мощностей. Комплексный вектор Пойнтинга. Уравнения баланса для активных и реактивных мощностей. Физическая трактовка. Условие резонанса для изолированной области</p>
4	Плоские электромагнитные волны	<p>Плоская волна как предельный случай сферической волны. Решение системы уравнений Максвелла для плоской однородной волны. Свойства плоской волны. Структура поля. Взаимная ориентация векторов поля, коэффициент фазы, фазовая скорость, скорость распространения энергии, характеристическое сопротивление. Плоские однородные волны в однородной изотропной среде без потерь. Плоская однородная волна в однородной среде с потерями. Свойства волн. Коэффициенты фазы и ослабления, фазовая скорость и длина волны в средах с малыми и большими тангенсами угла потерь. Дисперсионные свойства поглощающей среды. Поляризация волн. Линейно поляризованные волны. Волны с круговой и эллиптической поляризацией. Плоские однородные волны в однородной анизотропной среде. Намагниченный феррит. Гиротропная среда как частный случай анизотропной среды. Частота собственной и вынужденной прецессии. Тензор магнитной проницаемости намагниченного феррита. Разложение линейно поляризованной волны на две волны круговой поляризации. Особенности распространения волн круговой поляризации левого и правого вращения в гиротропной среде. Магнитная проницаемость для волн круговой поляризации левого и правого вращения. Эффект Фарадея. Использование эффекта Фарадея в технике СВЧ.</p>
5	Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух сред	<p>Связь углов падения, отражения и преломления с электродинамическими параметрами сред. Первый и второй законы Снелля. Представление произвольно поляризованной волны как суперпозиции нормально и параллельно поляризованных волн. Падение нормально поляризованной волны на границу раздела двух диэлектрических сред. Законы отражения</p>

		и преломления. Коэффициенты отражения и прохождения (формулы Френеля). Падение параллельно поляризованной волны на границу раздела двух диэлектрических сред. Явление полного прохождения, угол Брюстера. Явление полного отражения от границы раздела двух диэлектрических сред. Условия возникновения полного отражения, структура поля над и под границей раздела, поверхности равных фаз и равных амплитуд, фазовая скорость, длина волны, скорость переноса энергии. Понятие поверхностной волны. Отражение от идеально проводящей поверхности; структура поля. Падение плоской волны на границу раздела диэлектрика и поглощающей среды. Неоднородная плоская волна в поглощающей среде. Определение действительного угла преломления. Проникновение поля в проводник, поверхностный эффект, глубина проникновения. Понятие поверхностного импеданса. Приближённые граничные условия Леонтовича, условия их применимости. Расчет потерь энергии в проводниках с помощью граничных условий Леонтовича. Прохождение плоской волны через пластину. Понятие экрана для электромагнитного поля. Тонкие и толстые экраны. Многослойные экраны.
6	Общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи	Направляемые электромагнитные волны. Понятие о линиях передачи. Типы регулярных линий передачи. Классификация направляемых волн: волны Т, Е, Н, гибридные волны. Решение уравнений Гельмгольца для направляемых волн. Связь поперечных составляющих векторов поля с продольными. Постоянная распространения, критическая частота (критическая длина волны), длина волны в линии передачи, фазовая скорость, характеристическое сопротивление. Общие свойства волн типа Т, Е, и Н. Скорость распространения энергии. Дисперсия. Понятие об одноволновом и многоволновом режимах работы. Мощность, переносимая электромагнитной волной в линии передачи. Затухание волн.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и её методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра).	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основные уравнения электромагнитного поля	2	-	-	У-1-7 МУ-4	С в течение семестра	УК-8
2	Граничные условия электродинамики	-	1	-	У-1-7 МУ-1,4	С в течение семестра	ОПК-1 ОПК-3
3	Уравнения электродинамики для монохроматического поля	-	2	-	У-1-7 МУ-2,4	С в течение семестра	ОПК-1 ОПК-3
4	Плоские электромагнитные волны	-	-	-	У-1-7 МУ-4	С в течение семестра	УК-8
5	Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух сред	1	-	-	У-1-7 МУ-4	С в течение семестра	ОПК-1 ОПК-3
6	Общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи	1	3	-	У-1-7 МУ-3,4	С в течение семестра	ОПК-1 ОПК-3

С – собеседование, МУ – методические указания, У – учебная литература



## 4.2. Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторных работ	Объем, час.
1	Изучение основных теоретических закономерностей и положений о движении заряженных частиц в электромагнитном поле	2
2	Электростатическое поле от различного распределения зарядов	2
3	Изучение явления скин-эффекта	2
Итого		6

### 4.2.2. Практические занятия

Не предусмотрены учебным планом

## 4.3. Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1.	Основные уравнения электромагнитного поля	В течение семестра	24,88
2.	Граничные условия электродинамики	В течение семестра	20
3.	Уравнения электродинамики для монохроматического поля	В течение семестра	20
4.	Плоские электромагнитные волны	В течение семестра	20
5.	Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух сред	В течение семестра	20
6.	Общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи	В течение семестра	20
Итого			124,88
Контроль (подготовка к экзамену)			9

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного

материала;

– путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

*путем разработки:*

– методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

– тем рефератов;

– вопросов к зачету;

– методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

– помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

– путем тиражирования научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины**

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных и общепрофессиональных компетенций обучающихся.

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует духовно-нравственному, гражданскому, правовому, профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

– целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки, высокого профессионализма ученых (представителей производства), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки и производства, а также примеры высокой духовной культуры и творческого мышления;

– применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, проектное обучение, разбор конкретных ситуаций, решение кейсов, мастер-классы);

– личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

**7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	Экология	Безопасность жизнедеятельности. Электромагнитные поля и волны. Основы военной подготовки	
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Высшая математика. Алгебра и геометрия. Физика. Теория электрических цепей.	Электромагнитные поля и волны. Учебная ознакомительная практика. Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности		Электромагнитные поля и волны. Общая теория связи. Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях. Аналого-цифровая интегральная электроника и микропроцессоры. Схемотехника телекоммуникационных устройств.	Проектирование и эксплуатация инфокоммуникационных систем и сетей

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1		2	3	4
УК-8 /основной	УК-8.1 Анализирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений);</li> <li>– основные экспериментальные факты, доказывающие существование электромагнитного поля как одной из форм материи.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять физические законы для решения практических задач;</li> <li>– использовать соответствующий математический аппарат и технические средства при расчетах переходных процессов простых электрических цепей.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа факторов вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений).</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений);</li> <li>– основные экспериментальные факты, доказывающие существование электромагнитного поля как одной из форм материи;</li> <li>– векторный состав электромагнитного поля.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять физические законы для решения практических задач;</li> <li>– использовать соответствующий математический аппарат и технические средства при расчетах переходных процессов простых электрических цепей;</li> <li>– самостоятельно анализировать физическую и естественно-научную литературу, использовать методы научного познания в профессиональной области.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа факторов вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений);</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений);</li> <li>– основные экспериментальные факты, доказывающие существование электромагнитного поля как одной из форм материи;</li> <li>– векторный состав электромагнитного поля;</li> <li>– источники электромагнитного поля.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять физические законы для решения практических задач;</li> <li>– использовать соответствующий математический аппарат и технические средства при расчетах переходных процессов простых электрических цепей;</li> <li>– самостоятельно анализировать физическую и естественно-научную литературу, использовать методы научного познания в профессиональной области.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа факторов вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений);</li> <li>– средствами измерения параметров электромагнитного поля, используемыми в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.</li> </ul>

			сооружений, природных и социальных явлений).	
	УК-8.2 Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математическим аппаратом теории функций комплексных переменных при использовании записи уравнений электромагнитного поля в комплексной форме.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</li> <li>– структуру электромагнитных полей в резонаторах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности;</li> <li>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математическим аппаратом теории функций комплексных переменных при использовании записи уравнений электромагнитного поля в комплексной форме;</li> <li>– приемами преобразований уравнений, записанных в прямоугольной, цилиндрической и сферической системах координат.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</li> <li>– структуру электромагнитных полей в резонаторах;</li> <li>– основные механизмы взаимодействия электромагнитных полей с электронами.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности;</li> <li>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла;</li> <li>– выбирать формы уравнений Максвелла, оптимальные для решаемой задачи;</li> <li>– рассчитывать добротность резонатора.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математическим аппаратом теории функций комплексных переменных при использовании записи уравнений электромагнитного поля в комплексной форме;</li> <li>– приемами преобразований уравнений, записанных в прямоугольной, цилиндрической и сферической системах координат.</li> </ul>
ОПК-1 / основной	ОПК-1.2 Применяет фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности;</li> <li>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</li> <li>– структуру электромагнитных полей в резонаторах;</li> <li>– основные механизмы взаимодействия электромагнитных полей с электронами.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности;</li> <li>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</li> <li>– структуру электромагнитных полей в резонаторах;</li> <li>– основные механизмы взаимодействия электромагнитных полей с электронами.</li> <li>– уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме;</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности;</li> <li>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</li> <li>– структуру электромагнитных полей в резонаторах;</li> <li>– основные механизмы взаимодействия электромагнитных полей с электронами.</li> <li>– уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме;</li> <li>– граничные условия на поверхности металла и диэлектрика;</li> </ul>



		<p>– применять основные фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности;</p> <p>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла;</p> <p>– выбирать формы уравнений Максвелла, оптимальные для решаемой задачи.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– математическим аппаратом теории линейных дифференциальных уравнений в частных производных для решения уравнений Максвелла;</p> <p>– приемами преобразований уравнений, записанных в прямоугольной, цилиндрической и сферической системах координат.</p>	<p>– граничные условия на поверхности металла и диэлектрика.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– применять основные фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности;</p> <p>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла;</p> <p>– выбирать формы уравнений Максвелла, оптимальные для решаемой задачи;</p> <p>– рассчитывать добротность резонатора.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– математическим аппаратом теории линейных дифференциальных уравнений в частных производных для решения уравнений Максвелла;</p> <p>– приемами преобразований уравнений, записанных в прямоугольной, цилиндрической и сферической системах координат;</p> <p>– математическим аппаратом теории интегральных уравнений для решения уравнений Максвелла.</p>	<p>– характеристики электромагнитных полей, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– применять основные фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности;</p> <p>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла;</p> <p>– выбирать формы уравнений Максвелла, оптимальные для решаемой задачи;</p> <p>– рассчитывать добротность резонатора;</p> <p>– проводить расчеты основных характеристик электромагнитных полей и волн при проектировании сетей, сооружений и средств связи, в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– математическим аппаратом теории линейных дифференциальных уравнений в частных производных для решения уравнений Максвелла;</p> <p>– приемами преобразований уравнений, записанных в прямоугольной, цилиндрической и сферической системах координат;</p> <p>– математическим аппаратом теории интегральных уравнений для решения уравнений Максвелла.</p>
ОПК-1.3 Осуществляет аргументированный выбор методов естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности		<p><b>Знать:</b></p> <p>– методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;</p> <p>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</p> <p>– структуру электромагнитных полей в резонаторах.</p> <p><b>Уметь:</b></p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>– методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;</p> <p>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</p> <p>– структуру электромагнитных полей в резонаторах;</p> <p>– основные механизмы взаимодействия электромагнитных полей с электронами.</p> <p><b>Уметь:</b></p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>– методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;</p> <p>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</p> <p>– структуру электромагнитных полей в резонаторах;</p> <p>– основные механизмы взаимодействия электромагнитных полей с электронами;</p> <p>– уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме;</p> <p>– граничные условия на поверхности металла и диэлектрика.</p>

		<p>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– базовыми навыками практической работы с современными универсальными пакетами прикладных компьютерных программ для изучения структуры электромагнитных полей.</p>	<p>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла;</p> <p>– выбирать формы уравнений Максвелла, оптимальные для решаемой задачи.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– хорошими навыками практической работы с современными универсальными пакетами прикладных компьютерных программ для изучения структуры электромагнитных полей.</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <p>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла;</p> <p>– выбирать формы уравнений Максвелла, оптимальные для решаемой задачи.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– уверенными навыками практической работы с современными универсальными пакетами прикладных компьютерных программ для изучения структуры электромагнитных полей.</p>
ОПК-3/ основной	ОПК-3.4 Строит вероятностные модели конкретных процессов для проведения необходимых расчетов в рамках построенной модели	<p><b>Знать:</b></p> <p>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</p> <p>– структуру электромагнитных полей в резонаторах.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла;</p> <p>– выбирать формы уравнений Максвелла, оптимальные для решаемой задачи.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– математическим аппаратом теории функций комплексных переменных при использовании записи уравнений электромагнитного поля в комплексной форме.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</p> <p>– структуру электромагнитных полей в резонаторах;</p> <p>– основные механизмы взаимодействия электромагнитных полей с электронами.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла;</p> <p>– выбирать формы уравнений Максвелла, оптимальные для решаемой задачи;</p> <p>– рассчитывать добротность резонатора.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– математическим аппаратом теории функций комплексных переменных при использовании записи уравнений электромагнитного поля в комплексной форме;</p> <p>– приемами преобразований уравнений, записанных в прямоугольной, цилиндрической и сферической системах координат.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>– особенности возбуждения электромагнитных полей в ограниченных и неограниченных объемах;</p> <p>– структуру электромагнитных полей в резонаторах;</p> <p>– основные механизмы взаимодействия электромагнитных полей с электронами;</p> <p>– о вихревых и скалярных потенциалах; запаздывающих потенциалах, потенциалах Лиенара-Вихерта.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– проводить взаимные преобразования интегральных и дифференциальных уравнений Максвелла;</p> <p>– выбирать формы уравнений Максвелла, оптимальные для решаемой задачи;</p> <p>– рассчитывать добротность резонатора.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– математическим аппаратом теории функций комплексных переменных при использовании записи уравнений электромагнитного поля в комплексной форме;</p> <p>– приемами преобразований уравнений, записанных в прямоугольной, цилиндрической и сферической системах координат.</p>

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные уравнения электромагнитного поля	УК-8	Лекции, СРС	Собеседование	1-15	Согласно табл. 7.2
2	Граничные условия электродинамики	ОПК-1 ОПК-3	Лабораторная работа, СРС	Собеседование	1-10	Согласно табл. 7.2
				Контрольные вопросы и задания к лаб. раб. №1	1-6	
3	Уравнения электродинамики для монохроматического поля	ОПК-1 ОПК-3	Лабораторная работа, СРС	Собеседование	1-15	Согласно табл. 7.2
				Контрольные вопросы и задания к лаб. раб. №2	1-5	
4	Плоские электромагнитные волны	УК-8	СРС	Собеседование	1-11	Согласно табл. 7.2
5	Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух сред	ОПК-1 ОПК-3	Лекция СРС	Собеседование	1-15	Согласно табл. 7.2
6	Общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи	ОПК-1 ОПК-3	Лекция, лабораторная работа, СРС	Собеседование	1-15	Согласно табл. 7.2
				Контрольные вопросы и задания к лаб. раб. №3	1-5	

*Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости*

Примеры вопросов для собеседования по разделу 1 «Основные уравнения электромагнитного поля»

1. Векторные характеристики магнитного поля (определения, физический смысл, способы измерения, размерность). Силовые и количественные характеристики поля.
2. Материальные уравнения. Классификация сред. Примеры изотропных и анизотропных сред.
3. Понятия диэлектрической и магнитной проницаемостей.
4. Закон Ома в дифференциальной форме
5. Первое уравнение Максвелла как обобщение закона Ампера. Причина введения понятия тока смещения. Интегральная и дифференциальная формы записи первого уравнения Максвелла. Понятие плотности тока. Размерности плотностей токов проводимости и смещения.
6. Второе уравнение Максвелла как обобщение закона электромагнитной индукции Фарадея. Интегральная и дифференциальная форма уравнения.

7. Третье уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Физический смысл уравнения.
8. Четвертое уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Физический смысл уравнения
9. Комплексные диэлектрическая и магнитная проницаемости. Тангенс угла диэлектрических потерь. Деление сред на проводники и диэлектрики. Условность такого деления
10. Смысл понятий сторонние токи и сторонние заряды. Система уравнений Максвелла с учетом сторонних токов и зарядов.
11. Закон сохранения зарядов. Уравнение непрерывности полного тока
12. Определение и распределение электромагнитных волн по частоте.
13. Электростатическое поле. Скалярный потенциал. Уравнение для вычисления скалярного потенциала.
14. Законы электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной форме.
15. Переменное электромагнитное поле. Электродинамические потенциалы.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводятся в виде компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

*Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся*

**Задание в закрытой форме:**

Первое уравнение Максвелла в дифференциальной форме описывает...

- а) закон сохранения заряда
- б) закон полного тока
- в) закон электромагнитной индукции
- г) закон Ома

**Задание в открытой форме:**

В соответствии со вторым уравнением Максвелла в интегральной форме магнитное поле создаётся не только токами проводимости, но и изменяющимся во времени \_\_\_\_\_ .

**Задание на установление правильной последовательности:**

Установите правильную последовательность этапов возникновения электрического тока в замкнутом контуре в результате изменения магнитного поля

- а) магнитное поле, пронизывающее контур, изменяется во времени
- б) индуцированный ток создает свое собственное магнитное поле
- в) в результате изменения магнитного поля в контуре возникает электродвижущая сила (ЭДС)
- г) индуцированный ток в контуре направлен так, чтобы противодействовать изменению магнитного поля (по закону Ленца)
- д) замкнутый контур начинает проводить электрический ток

**Задание на установление соответствия:**

Установите соответствие между названием закона электромагнитного поля и его формулировкой (дифференциальная форма)

Название	Формулировка
1. Закон Гаусса	а) электрический заряд является источником электрической индукции
2. Закон Гаусса для магнитного поля	б) не существует магнитных зарядов
3. Закон индукции Фарадея	в) изменение магнитной индукции порождает вихревое электрическое поле
4. Закон Ампера - Максвелла	г) электрический ток и изменение электрической индукции порождают вихревое магнитное поле

**Компетентностно-ориентированная задача:**

Передающая антенна радиостанции излучает цилиндрическую электромагнитную волну, напряжённость магнитного поля которой имеет комплексную амплитуду  $H=5$  А/м. Определить комплексную амплитуду напряжённости электрического поля этой волны на расстоянии 1100 м.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

**7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- Положение П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:



Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	Примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Лабораторная работа №1 «Изучение основных теоретических закономерностей и положений о движении заряженных частиц в электромагнитном поле»	0	Не выполнил и не «защитил» работу	8	Выполнил и «защитил». Доля правильных ответов на «защите» составила более 85%
Лабораторная работа №2 «Электростатическое поле от различного распределения зарядов»	0	Не выполнил и не «защитил» работу	8	Выполнил и «защитил». Доля правильных ответов на «защите» составила более 85%
Лабораторная работа №3 «Изучение явления скин-эффекта»	0	Не выполнил и не «защитил» работу	8	Выполнил и «защитил». Доля правильных ответов на «защите» составила более 85%
Собеседование	0	Не прошел собеседование	12	Доля правильных ответов составила более 85%
Итого	0		36	
Посещаемость	0	Не посещал занятия	16	Посещал все занятия
Экзамен	0	Не ответил ни на один вопрос правильно	60	Правильно ответил на все вопросы
Итого	0		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде компьютерного тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 тестовых вопросов и одна компетентностно-ориентированная задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 3 балла,
- задание в открытой форме – 3 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 3 балла,
- задание на установление соответствия – 3 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 15 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 60 баллов.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 8.1. Основная литература

1. Панасюк, Ю.Н. Электромагнитные поля: учебное пособие / Ю.Н. Панасюк, А.П. Пудовкин; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2014. – 96 с.: ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277994> (дата обращения: 25.02.2021). – Библиогр.: с. 92. – ISBN 978-5-8265-1266-1. – Текст : электронный.

2. Ким, В.Ф. Электромагнитное поле: учебное пособие: [16+] / В.Ф. Ким; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 146 с.: ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576345> (дата обращения: 25.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3502-1. – Текст: электронный.

3. Краснопевцев, Е.А. Электродинамика: учебное пособие: [16+] / Е.А. Краснопевцев; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 244 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574783> (дата обращения: 25.02.2021). – Библиогр. с. 240. – ISBN 978-5-7782-3667-7. – Текст: электронный.

## 8.2. Дополнительная литература

4. Электромагнитные поля и волны: сборник задач и упражнений / Л.А. Боков, А.Е. Мандель, Ж.М. Соколова, Л.И. Шангина; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 185 с.: схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480456> (дата обращения: 25.02.2021). – Библиогр. в кн. – Текст: электронный.

5. Муромцев, Д.Ю. Техническая электродинамика: учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, О.А. Белоусов; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – 116 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277902> (дата обращения: 25.02.2021). – Библиогр.: с. 112. – ISBN 978-5-8265-1096-4. – Текст: электронный.

6. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин и др.; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – 200 с.: граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437090> (дата обращения: 25.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8256-1146-6. – Текст: электронный.

7. Кузнецов, С.И. Справочник по физике: учебное пособие / С.И. Кузнецов, К.И. Рогозин; Министерство образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Томский государственный университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2014. – 220 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442117> (дата обращения: 25.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4387-0443-0. – Текст: электронный.

## 8.3. Перечень методических указаний

1

1. Изучение основных теоретических закономерностей и положений о движении заряженных частиц в электромагнитном поле [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Электромагнитные поля и волны» / Юго-Запад. гос. ун-т; сост. Д.С. Коптев. – Курск, 2023. – 15 с.

2. Электростатическое поле от различного распределения зарядов [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Электромагнитные поля и волны» / Юго-Запад. гос. ун-т; сост. Д.С. Коптев. – Курск, 2023. – 9 с.

3. Изучение явления скин-эффекта [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Электромагнитные поля и волны» / Юго-Запад. гос. ун-т; сост. Д.С. Коптев. – Курск, 2023. – 13 с.

4. Электромагнитные поля и волны [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Электромагнитные поля и волны» / Юго-Запад. гос. ун-т; сост. Д.С. Коптев. – Курск, 2023. – 16 с.

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://biblioclub.ru> – Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
2. <http://school-collection.edu.ru/> – федеральное хранилище Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.
3. <http://www.edu.ru/> – федеральный портал Российское образование.
4. <http://www.igumo.ru/> – интернет-портал Института гуманитарного образования и информационных технологий.
5. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> – научная электронная библиотека «Elibrary».
6. <http://www.eduhmao.ru/info/1/4382/> – информационно-просветительский портал «Электронные журналы».
7. [www.diss.rsl.ru](http://www.diss.rsl.ru) – электронная библиотека диссертаций.
8. <http://fictionbook.ru> – электронная библиотека.
9. <http://svitk.ru> – электронная библиотека.
10. <http://www.iqlib.ru> – электронная библиотека образовательных и просветительных изданий.
11. <http://www.lib.msu.su/index.html> – Научная библиотека Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова.
12. <http://www.rsl.ru/> – Российская Государственная Библиотека.
13. <http://e.lanbook.com/> – Электронно-библиотечная система «Лань».
14. <http://window.edu.ru/> – Электронная библиотека «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Электромагнитные поля и волны» являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам собеседований, защиты отчетов по лабораторным работам.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Электромагнитные поля и волны»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, отработку студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель

и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Электромагнитные поля и волны» с целью освоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Электромагнитные поля и волны» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, расширить их путем изучения дополнительной литературы, выданной преподавателем, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Программный продукт Libreoffice (свободно распространяемое ПО для некоммерческих целей) (ссылка на скачивание: [ru.libreoffice.org//download/](http://ru.libreoffice.org//download/)).

Операционная система Windows.

Антивирус Касперского (или ESETNOD).

Программа математических и инженерных вычислений Mathcad 15.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения лекционных занятий требуется учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная:

- учебной мебелью: столы (в количестве не менее 1 на 2 обучающихся) и стулья для обучающихся (в количестве не менее списочного состава группы);
- столом и стулом для преподавателя;
- доской;
- видеопроектором и ноутбуком (для показа презентаций и учебных фильмов). При чтении лекций используется носимый комплект в составе видеопроектора inFocusIN24+ (инв. № 104.3261) или Viewsonic PJD5123 (инв. № 234.470) и ноутбука ASUS X50VL PMD-T2330/14"/1024Mb/160Gb (инв. № 104.3261).

Проведение лабораторных занятий предполагается в учебной лаборатории кафедры космического приборостроения и систем связи, оснащенной:

- учебной мебелью: столы (в количестве не менее 1 на 2 обучающихся) и стулья для обучающихся (в количестве не менее списочного состава группы);
- столом и стулом для преподавателя;
- доской;
- компьютерами из расчета не менее 1 на 2 обучающихся, с установленным программным продуктом Mathcad 15.

### **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата*, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).



**14. Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

Но- мер изме- нения	Номера страниц				Всего стра- ниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изме- ненных	заме- нен- ных	анну- лиро- ванных	новых			
1	23	–	–	–	1	25.08.2023 г.	Протокол заседания кафедры КПиСС №12 от 29.06.2023 г. Коптев Д.С. 